

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-022961

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G06T 17/00

G06T 15/00

(21)Application number : 11-199417

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 13.07.1999

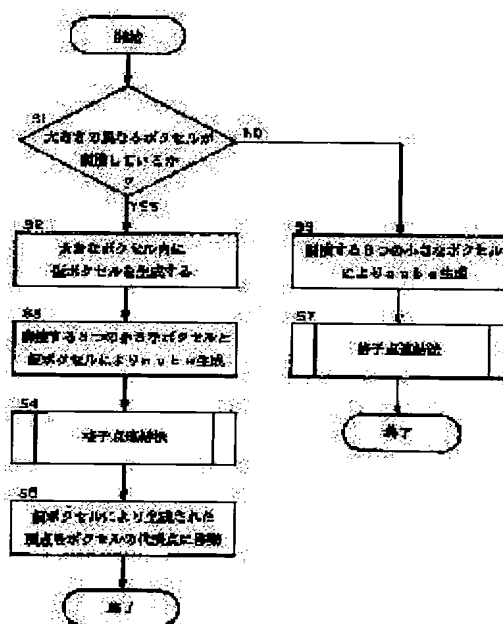
(72)Inventor : MATSUOKA TSUKASA

## (54) METHOD FOR GENERATING IN-PHASE FACE FROM NONUNIFORM VOLUME MODEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a sharp two-face angle problem generated accompanying crack patch processing and to obtain smooth gapless triangular mesh in in-phase face generating method from a nonuniform volume model.

SOLUTION: This method has a step (S1), which makes a nonuniform volume model composed of voxels of various sizes to which shape attributes are added an object and decides whether voxels having different sizes adjoin each other, a step (S2) which generates a dummy voxel in a large voxel adjacent to a small voxel, a step (S3) which generates a CUBE by using four dummy voxels and four voxels adjoining the dummy voxels (S4) and generates triangular mesh according to a lattice point connection pattern and a step (S5), which moves the vertex of triangular mesh generated at a representative point of the dummy voxels, which constitute the CUBE to the representative point of the voxels. Thus, smooth and gapless triangular mesh with two-face angles are prevented from becoming acute angles is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-22961  
(P2001-22961A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチワード (参考)
G 0 6 T 17/00		G 0 6 F 15/62	3 5 0 A 5 B 0 4 6
15/00		15/60	6 2 2 A 5 B 0 5 0
		15/72	4 5 0 K 5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-199417

(22) 出願日 平成11年7月13日 (1999.7.13)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 松岡 司

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外2名)

Pターム (参考) 5B046 DA08 FA18 GA09

5B050 BA09 DA10 EA05 EA28

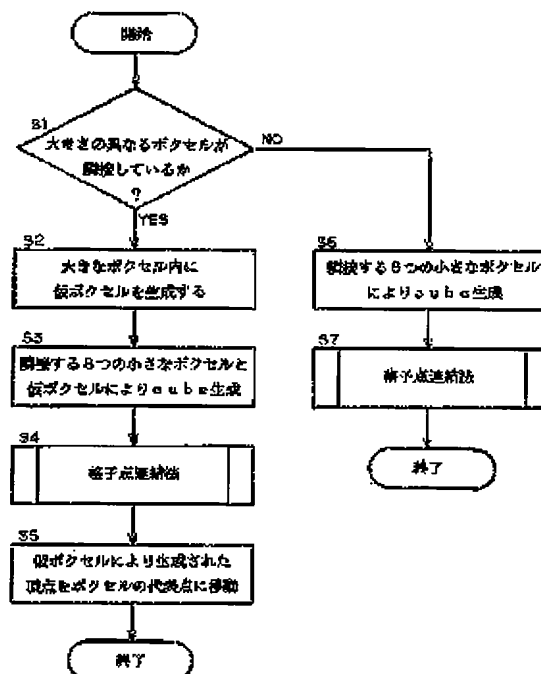
5B080 AA14 AA17 AA19

(54) 【発明の名称】 非一様ボリウムモデルからの同位相面生成方法

(57) 【要約】

【課題】 非一様ボリウムモデルからの同位相面生成手法において、クラックパッチ処理に伴い生成される鋭い2面角問題を解決し、なめらかですきまのない三角形メッシュを得ることを可能にする。

【解決手段】 形状属性が付加されたさまざまな大きさのボクセルにより構成される非一様ボリウムモデルを対象とし、大きさの異なるボクセルが隣接しているかどうかを判断するステップ (S1) と、小さなボクセルに隣接する大きなボクセル内に、仮ボクセルを生成するステップ (S2) と、4つの仮ボクセルと当該仮ボクセルに隣接する4つのボクセルとを用いてCUBEを構成し (S3)、格子点連結パターンに従って三角形メッシュを生成するステップ (S4) と、CUBEを構成した仮ボクセルの代表点に生成された三角形メッシュの頂点をボクセルの代表点に移動するステップ (S5) とを有し、これにより二面角が鋭角とならずなめらかですきまのない三角形メッシュが得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非一様ボリュームモデルから三角形メッシュで表される同位相面を自動生成する非一様ボリュームモデルからの同位相面生成方法において、形状属性が付加されたさまざまな大きさのボクセルにより構成される非一様ボリュームモデルを対象とし、大きさの異なるボクセルが隣接しているかどうかを判断するステップと、小さなボクセルに隣接する大きなボクセル内に、仮ボクセルを生成するステップと、4つの仮ボクセルと該仮ボクセルに隣接する4つのボクセルとを用いてCUBEを構成し、格子点連結パターンに従って三角形メッシュを生成するステップと、三角形メッシュの頂点を、前記CUBEを構成した前記仮ボクセルの代表点から該仮ボクセルを生成したボクセルの代表点に移動するステップとを有することを特徴とした非一様ボリュームモデルからの同位相面生成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非一様ボリュームモデルからの同位相面生成方法、特に、既存製品の流用設計のための形状入力装置、インターネットVRMLコンテンツ作成装置、及び非接触測定結果解析装置に適用可能なCAD/CAMを用いた3次元形状モデル自動生成における非一様ボリュームモデルからの同位相面方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、インターネット上でのマルチメディア利用の広がりとともに3次元表現の利用は拡大しており、3次元モデリングの重要性が高まっている。最近では、3次元測定器などから取り込んだ3次元の点群データや距離画像を元にしてボリュームモデルを生成し、マーチングキューブ法[ [1] William E. Lorensen and Harvey E. Cline: "Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm", SIGGRAPH '87 Proceedings, pp.163-169, jul 1987.]などの同位相面生成手法を用いて、三角形メッシュで表現される形状モデルとして3次元形状モデルを自動生成する手法が提案されている[ [2] Hugues Hoppe, Tony DeRose, Tom Duchamp, John McDonald and Werner Stuetzle: "Surface reconstruction from unorganized points", SIGGRAPH '92 Proceedings, pp.71-78, jul 1992.]及び、[ [3] Brian Curless and Marc Levoy: "A Volumetric Method for Building Complex Models from Range Images", SIGGRAPH '96 Proceedings, pp.303-312, aug 1996.]。これらの手法のメリットとして、高速に形状モデルを生成できる、貫通穴などの位相構造を持った形状でも生成できる、等がある。

【0003】このようなボリュームモデルを用いた手法の中で、大きさの異なるボクセルにより構成される非一様ボリュームモデルを用いて三角形メッシュを生成する

手法が提案されている[ [4] Renben Shu, Chen Zhou and Mohan S. Kankanhalli: "Adaptive marching cubes", The Visual Computer, vol.11, pp202-217, 1995.]及び、[ [5] Kari Pulli, Tony Duchamp, Hugues Hoppe, John McDonald, Linda Shapiro and Werner Stuetzle: "Robust meshes from multiple range maps", Proceedings of International Conference on Recent Advances in 3-D Digital Imaging and Modeling, pp.205-211, may 1997.]。図7は、非一様ボリュームモデルの例を示す図で、図7(A)はレベル1、図7(B)はレベル2、図7(C)はレベル3、図7(D)はレベル4、図7(E)ないし図7(H)のそれぞれは、図7(A)ないし図7(D)のそれぞれに対応するカットモデルである。

【0004】図7に示すごとく非一様ボリュームモデル手法を用いるメリットとしては、以下の2点がある。

(1) 同じ大きさのボクセルを用いるボリュームモデル(以下、一様ボリュームモデル)に比べメモリ資源を節約できる。実際の形状は、さまざまな大きさの特徴を持っているが、これを一様ボリュームモデルで表現すると細かな特徴の再現に多くのボクセルを必要とし、かつ大きな特徴の再現にも同様に多くのボクセルを必要とするので、全体として、非常に多くのボクセルが必要になる。非一様ボリュームモデルでは、小さな特徴の箇所は多くの小さなボクセルを使って表現され、大きな特徴の箇所は少ない大きなボクセルで表現されるため、一様ボリュームモデルに比べ、一般にボクセル数が少なくなりメッシュ生成時のメモリ資源の節約ができる。

【0005】(2) 生成される三角形メッシュの要素数が節約できる。上記(1)で述べたように非一様ボリュームモデルでは、形状特徴の大きさに応じてボクセルの大きさが変化するので、生成されるメッシュの要素数もそれに応じて、小さな特徴がある箇所は多くの三角形を用いて、また大きな特徴がある箇所は少ない三角形を用いて効率的に表現される。

【0006】Shuら[上記文献[4]]は、非一様ボリュームモデルを用いて同位相面を表す三角形メッシュを生成した。しかし、彼らの手法には次のような問題がある。

(1) ボリュームモデルから三角形面を生成する処理とは別に、大きさの異なるボリュームの間で生じる三角形メッシュのすきまを埋めるための処理(クラックパッチ処理)が必要になり、処理が複雑になる。

【0007】(2) クラックパッチ処理は、単純に異なるすきまを埋めるため、二面角が小さな、すなわち三角形間の角度が急なメッシュを生成することがある。なお上記の二面角とは、図8に示すように稜線を共有している2つの面のなす鋭角の角度 $\theta$ を指すものである。その結果、本来なめらかに接続すべき形状にもかかわらず、図9に示すような太線部の稜線を共有する2つの面の二

面角が小さくなる(90度以下になる)という問題が生じる。

【0008】Pullinら[上記文献[5]]は、非一様ボリュームモデルの表面をそのまま三角形に分割することにより、同位相面を表す三角形メッシュを生成した。この手法ではすきまは発生しないが、次のような問題が生じる。

(1) ボリュームモデルの表面を分割することにより三角形メッシュを生成するため、ボリュームモデルが形状としてそのまま生成され、ボクセルの稜線の部分が90度の二面角を持つ特徴を生じる。ボクセルサイズが小さなところではさほど問題にならないが、大きなボクセルを用いている箇所では、稜線の部分が目立ってしまう。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、非一様ボリュームモデルからの同位相面生成手法において、クラックパッチ処理に伴い生成される鋭い二面角問題を解決、及び非一様ボリュームモデルからの同位相面生成におけるすきま問題の解決を両立させた非一様ボリュームモデルからの同位相面生成方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、非一様ボリュームモデルから三角形メッシュで表される同位相面を自動生成する非一様ボリュームモデルからの同位相面生成方法において、形状属性が付加されたさまざまな大きさのボクセルにより構成される非一様ボリュームモデルを対象とし、大きさの異なるボクセルが隣接しているかどうかを判断するステップと、小さなボクセルに隣接する大きなボクセル内に、仮ボクセルを生成するステップと、4つの仮ボクセルと該仮ボクセルに隣接する4つのボクセルとを用いてCUBEを構成し、格子点連結パターンに従って三角形メッシュを生成するステップと、三角形メッシュの頂点を、前記CUBEを構成した前記仮ボクセルの代表点から該仮ボクセルを生成したボクセルの代表点に移動するステップとを有することを特徴としたものである。

【0011】

【発明の実施の形態】非一様ボリュームモデルはさまざまな大きさのボクセルにより構成され、ボクセルには、形状の内部または外部を表現するための属性がついているという前提に基づき、本発明の動作を説明する。本発明は、特願平10-147456号における「点群からのポリゴン自動生成システム」で開発した格子点連結法を利用する。格子点連結法とは、隣接する8つのボクセル1a~1hの代表点により図1に示すようなCUBE2を構成し、図2に示す格子点連結パターンに沿って三角形メッシュを生成する手法である。

【0012】代表点はボクセル内の点であれば、任意の

位置の点を指定することができるが、本発明においてはボクセル1a~1hの中心点を代表点として利用する。図3のフローチャートに基づいて本発明の非一様ボリュームモデルからの同位相面生成方法を説明する。

【0013】ステップS1では、大きさの異なるボクセルが隣接しているかを判断し、ステップS2で小さなボクセルに隣接する大きなボクセル内に、小さなボクセルと同じ大きさの仮ボクセルを生成する。図4は、仮ボクセルの生成を概念的に示す図である。仮ボクセルの属性はもとの大きなボクセルと同じにする。

【0014】ステップS3で隣接する4つの仮サブボクセルと隣接する4つの小さなボクセルとの8つのボクセルにより、CUBEを構成し、ステップS4で格子点連結法を実施する。図5は、上記ステップS3におけるCUBEの構成を概念的に示す図である。ここで同一ボクセル内の仮サブボクセルの代表点を2つ以上頂点として含む三角形面は生成しない。次いでステップS5で、仮サブボクセルの代表点からできた頂点をボクセルの代表点に移動する。図6は、上記頂点の移動を概念的に示す図である。

【0015】ステップS1で大きさの異なるボクセルが隣接してなければ、ステップS6に進み、隣接する8つの小さなボクセルによりCUBEを生成し、ステップS7で格子点連結法を実施する。

【0016】本発明では、上記のような処理を行うことにより、すきまのない三角形メッシュが生成される。また、ボクセルの中心点を代表点として用いて常に生成される三角形の大きさがボクセルサイズ以上確保されるため、角度変化の少ないなめらかな三角形メッシュが生成される。

【0017】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、非一様ボリュームモデルから三角形メッシュで表される同位相面を自動生成する場合、二面角の角度がなめらかですきまのない三角形メッシュが得られる。また本発明を3次元CADシステムなどに実現することによって、階層的ボリュームモデルからの3次元形状モデル生成が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に適用する格子点連結法を実施するために構成したCUBEの例を示す図である。

【図2】 本発明によりCUBEに対し格子点連結パターンに沿って三角形メッシュを生成する手法を説明するための図である。

【図3】 本発明の処理動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【図4】 本発明により大きなボクセル内に小さなボクセルを生成した例を概念的に示す図である。

【図5】 図4に示す仮サブボクセルを用いて格子点連結法を実施した例を示す図である。

【図6】 図5に示す仮サブボクセルの代表点からできた頂点をボクセルの代表点に移動した例を示す図である。

【図7】 非一様ボリュームモデルを用いた三角形メッシュの生成手法を説明するための図である。

【図8】 メッシュを生成する三角形における二面角を\*

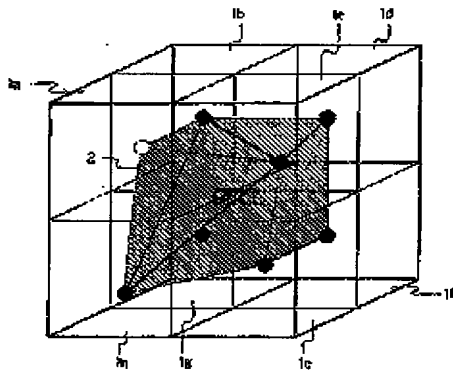
\*説明するための図である。

【図9】 クラックパッチ処理における鋭角の発生を説明するための図である。

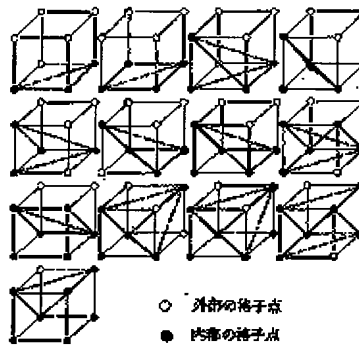
【符号の説明】

1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1h...ボクセル、2...CUBE。

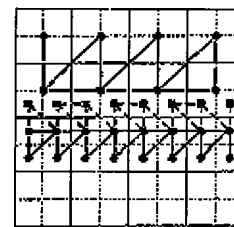
【図1】



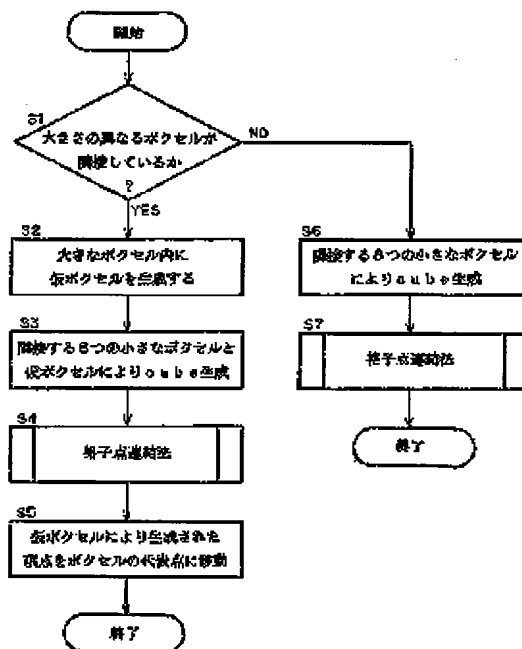
【図2】



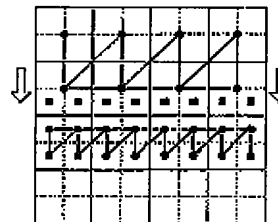
【図5】



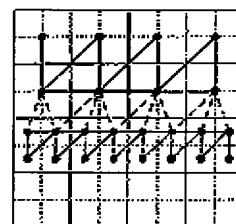
【図3】



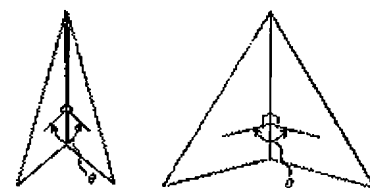
【図4】



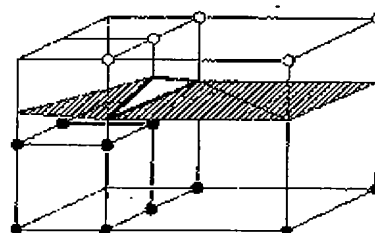
【図6】



【図8】



【図9】



【図7】

